

## **EĞİTİM KURUMLARINDA AYDINLATMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ İLE İLGİLİ BİR UYGULAMA**

**Bahtiyar DURSUN<sup>1</sup> , Ali SARI<sup>1</sup> , Hayrettin GÖKOZAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği, 41400 Gebze /KOCAELİ  
<sup>2</sup> Celal Bayar Üniversitesi, Turgutlu Meslek Yüksek Okulu, Elektrik Programı Turgutlu/ MANİSA

**Özet:**Eğitim öğretim faaliyetlerindeki aydınlatmanın amacı, okul ortamındaki eğitimci ve öğrencilerin her ikisi için de öğretme-öğrenme sürecini destekleyici optimum görsel çevreyi temin etmektir. Bir ortamın aydınlatma özellikleri; yapay aydınlatma sistemi, lamba, armatür ve yardımcı araçların seçimine, hacim iç yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanlarının belirlenmesinden, armatürlerin yerleştirme yükseklikleri ve aydınlatma hesaplarında kullanılan bilgisayar programlarına kadar her bir parametre ile doğrudan ilişkilidir.

Bu çalışmada Celal Bayar Üniversitesi Turgutlu Meslek Yüksek Okulu Elektrik Programı Endüstriyel Elektronik laboratuvarının aydınlatma özellikleri incelenmiştir. Mevcut laboratuvarın aydınlatma özellikleri DIALux aydınlatma programı ile değerlendirilmiştir. Program yürütüldükten sonra elde edilen bilgiler ışığında laboratuvar için gerekli optimum aydınlatma tasarımı gerçekleştirilmiştir. Mevcut aydınlatma sisteminde optimum aydınlatma için ne gibi değişiklikler yapılması gerektiği tartışılmıştır. Ayrıca laboratuvar etkin enerji kullanımı yönünden değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *DIALux, Aydınlatma Tasarımı, Enerji Tasarrufu, Eğitim Kurumları*

## **AN APPLICATION ABOUT THE EXAMINATION OF LIGHTING PROPERTIES IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

**Abstract:**The objective of illumination in education is to provide optimal visual environment that supports teaching and learning process both for the teacher and the student. Properties of an environment are directly related with artificial illumination system, lamps, armatures, selection of auxiliary equipment, determination of light reflection, multiplies of the surfaces, the height of the placement of the armatures and computer programs of illumination calculations.

In this study Celal Bayar University Turgutlu Vocational High School illumination properties of electric program, industrial electronic laboratory has been investigated. The illumination features of that laboratory have been considered according to Dialux illumination program. After the program was implemented, optimum illumination design was made for the laboratory. Besides, we discussed on what kind of modifications should be required in order to obtain optimum illumination. Additionally, the laboratory was considered in terms of effective use of energy.

**Keywords:** *DIALux, Optimum Illumination, Effective use of Energy, Educational Institutions.*

[asari@gyte.edu.tr](mailto:asari@gyte.edu.tr)

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, elektrik enerjisinin %35'i konutlarda ve hizmet sektöründe tüketilmektedir. Bu oran tüm dünya ülkelerinde ortalama %40 civarında seyretmektedir. Konut ve hizmet sektöründe tüketilen elektrik enerjisinin %60'ı sadece aydınlatma amaçlıdır ki bu oran, Türkiye'de tüketilen enerjinin %21'ine karşılık gelmektedir[1]. Aydınlatma sisteminde enerjinin etkili ve verimli şekilde kullanılması yada aydınlatma sisteminde yapacağımız iyileştirmeler, beraberinde ülke ekonomisine de büyük katkılar sağlayacaktır. Etkin enerji kullanımı, temelde enerjinin en az kullanımını ve tüketilen enerjiden en fazla yarar sağlamayı amaçlamaktadır. Aydınlatmada etkin enerji kullanımının lamba söndürülerek değil, gözün görme yeteneği ve görsel konfordan taviz vermeden gerekli minimum düzeyde aydınlık şiddetlerinin yaratılmasıyla sağlanabilmektedir[2].

Aydınlatma; günışığının olmadığı, yetersiz kaldığı veya uygun koşulların oluşmadığı ortamlarda, öncelikli olarak iyi görme koşullarının sağlanması için vazgeçilmez bir öğedir. Aydınlatma, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından da benimsenen tanımıyla, çevrenin ve nesnelerin gereği gibi görülebilmesini sağlamak amacıyla ışık uygulamaktır[3]. Aydınlatma özellikleri, aydınlatma sisteminin etkin enerji kullanımını sağlamaktan, optimum görsel çevreyi temin etmeye kadar her parametre ile doğrudan ilişkilidir. Bir aydınlatma sistemine, gereken aydınlık düzeyinin çok üstünde bir ışık şiddeti uygulandığında ortamda büyük ölçüde enerji kaybı söz konusu olur. Ayrıca aşırı ışıktan meydana gelen kamaşmadan dolayı, ortamda bulunan insanların göz sağlığını da olumsuz etkilenir.

## 2. EĞİTİM KURUMLARINDA AYDINLATMA ÖZELLİKLERİ

Eğitim kurumları, eğitim öğretim faaliyetlerinin gerçekleştirildiği, sınıf, laboratuvar ve çeşitli amaçlar için kullanıma hazırlanmış ortamları bünyesinde bulunduran yapılardır. Sınıf ve laboratuvar ortamları, öğrenci ve öğretmenlerin eğitim ve öğretim faaliyetleri sırasında bire-bir etkileşim içinde oldukları ortamlardır. Bu ortamlarda öğrenciler için en uygun görsel çevrenin sağlanması gerekir. Öğrenci ve öğretmenler için etkin bir eğitim öğretim ortamının sağlanmasında ortamın her türlü fiziki şartları göz önünde bulundurulmalıdır. Bu fiziki şartlar arasında en önemli etken yada parametrelerden biri aydınlatmadır[4].

Eğitim kurumlarında aydınlatma, optimum görsel çevrenin sağlanmasında ve öğrencilerin öğrenme duyularının güdülenmesinde önemli bir etkidir. Sınıf ortamında yeterli ışık miktarı olmadığı zaman, görmede zorluk çeken bir öğrenci, dersi algılama ve öğretmeni izlemede zorluk çeker. Bu durum devam ettiği sürece derse olan ilgi ve sevgisi azalır. Zamanla öğrencinin dersten soğumasına ve dersi sevmemeye kadar götürebilir. Öğrencinin öğrenme duyusunu bu derece etkileyen aydınlatma uygun şekilde gerçekleştirilmediğinde doğurduğu sonuç açıkça görülmektedir. Aydınlatma özelliklerini; yapay aydınlatma sisteminin seçimi, lamba, armatür ve yardımcı araçların seçimi, hacim iç yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanları, aygıtların yerleştirme yükseklikleri ve kullanılan programlar önemli derecede etkilemektedir.

### 2.1. Yapay Aydınlatma Sistemi

Aydınlatma aygıtlarından çıkan ışık akısının tümünün ya da bir kısmının yönlendirildiği uzay parçasıyla ilgilidir. Bilindiği gibi, bu sistemler;

- Dolaysız aydınlatma,
- Yarı dolaysız aydınlatma,
- Karma ya da yayınık aydınlatma,

- Yarı dolaylı aydınlatma,

- Dolaylı aydınlatma,

olarak sınıflandırılmaktadır[5].

Dolaysız aydınlatmada, armatürden çıkan toplam ışık akısının %90 ile %100'ü eylem alanına gönderildiğinden, herhangi bir yüzeyden yansiyarak yutulma kaybına uğramamaktadır. Oysa dolaylı aydınlatmada ışık, bir yüzeyden yansiyarak hacme dağılmakta, yansıdığı yüzeyin ışık yansıtma çarpanına bağlı olarak bir kısmı yutulmaktadır[5]. Eğitim kurumlarında özellikle sınıf ve laboratuarlarda dolaysız aydınlatma tercih edilir. Gönderilen ışığın tamamı, herhangi bir engele takılmadan çalışma ortamına iletilmekte, böylece öğrencilerin öğrenme güdülerini olumlu yönde etkilenmektedir.

## **2.2. Lamba Armatür ve Yardımcı Araçların Seçimi**

Eğitim kurumlarında lamba, armatür ve yardımcı araçların seçimi enerjinin etkin kullanımını açısından üzerinde en çok durulan konulardan biridir. Lambalar, etkinlik değerleriyle enerji tüketiminde önemli bir yer tutarlar. Renksel özellikleri açısından çoğu yaşam mekanlarında tercih edilen akkor telli lambalar, etkinlik değerlerinin çok düşük olması nedeniyle enerjiyi diğer lambalara göre daha fazla tüketmektedirler. Eğitim kurumlarında bu tipte lambalar kullanım açısından tercih edilmemektedir. Bunların yerine, laboratuvar, sınıf veya çok amaçlı kullanılan yerlerde tercihen, renksel özellikleri açısından benzer şekilde tasarlanan E27 lamba başlıklı, elektronik ateşleyici ve balastı olan kompakt flüoresan lambalarla aynı ışık akısını çok daha az enerji tüketerek elde etmek mümkündür. Gün boyu ya da geceleri eğitim yapan eğitim kurumlarında, renksel özellikleri açısından istenen niteliğe sahip lambalar içinden, etkinlik değeri en yüksek olanının seçimi, aydınlatma enerjisinin etkin kullanımını açısından son derecede önem taşımaktadır[5].

Armatürler çıplak lambanın ışık dağıtımını düzenleyen, kamaşmayı önleyen, lamba ve yardımcı araçları dış etkilere karşı koruyan ve içinde bulunduğu çevrenin estetik değerlerine katkı yapan araçlardır. Çıplak lambadan çıkan ışığı yansıtarak veya geçirerek çevreye dağıtan armatürlerde, bu yansıma ve geçme ile birlikte ışığın belirli bir miktarının yutulması da söz konusu olmaktadır. Bu yutulan miktar nedeniyle, armatürden çıkan ışık akısı, lambadan çıkan ışık akısından daha az olacaktır ki, bu oran aygıtın verimini tanımlamaktadır. Dolayısıyla, armatür seçiminde armatürün verimi göz önünde bulundurulmalıdır[5]. Eğitim öğretim faaliyetlerinin gerçekleştirildiği ortamlarda verimi yüksek olan armatürlerin seçimine özen gösterilmelidir. Eğitim ortamlarında flüoresan armatürlerin kullanımı oldukça yaygındır. Bilindiği gibi flüoresan lambalar, birlikte kullanılması gereken balastların cinsi ve şebekeden çektikleri ek güçler, enerji tüketimi açısından önemli bir faktördür. Normal bir indüktif balast ile kullanılan 36 W'lık flüoresan lamba, şebekeden 46 W güç çekerken, aynı lambanın elektronik balast ile birlikte kullanıldığında şebekeden çektiği güç yine 36 W olarak kalmaktadır[2].

## **2.3. Hacim İç Yüzey Işık Yansıtma Çarpanları ve Renk Düzenekleri**

Laboratuvar ya da dersliklerin hacim iç yüzeylerinin ışık yansıtma çarpanları hacmin aydınlatma verimini önemli derecede etkileyen değişkenlerden biridir. Laboratuvar veya derslik içinde kullanıcının görsel konfor gereksinimi olarak belirlenen aydınlık düzeylerini sağlamak için gerekli toplam ışık akısının büyüklüğü, laboratuvar veya dersliğin aydınlatma verimine bağlı olarak hesaplanır. İç yüzeylerin açık renklerle kaplanmış olması, diğer bir deyişle, iç yüzeylerin ışık yansıtma çarpanlarının büyük olması halinde, ışık daha az yutulacak, dolayısıyla, çalışma düzleminde istenen aydınlık düzeyi, daha az güç harcayan aydınlatma sistemi ile sağlanmış olacaktır. İç yüzeylerin daha koyu renklerle kaplanmış olması halinde, yüzeylerin ışık yutma çarpanları daha büyük olacağından, istenen

aydınlık düzeyini sağlamak için daha fazla elektrik enerjisinin şebekeden çekilmesi sonucu doğacaktır[5]. Özellikle, dolaylı, yarı dolaylı, karma ve yarı dolaysız aydınlatma sistemlerinde, armatürlerden çıkan ışık akısının bir kısmı iç yüzeylerden yansiyarak çalışma düzlemine ulaşacağından, bu tür sistemler derslik ve laboratuvarlarda tercih edilmemektedir.

#### **2.4. Armatür Yerleştirme Yükseklikleri**

Armatürlerin yerleştirme yükseklikleri, özellikle tavandan yapılan aydınlatma düzenlerinde, armatürlerden beklenen toplam ışık akısının büyüklüğünü doğrudan etkileyen bir değişkendir. Derslik ve laboratuvarlarda armatürler tavana monte edilir. Tavandan aydınlatılan bir mekanda, çalışma düzlemi ile aygıt arasındaki uzaklık ne kadar fazla ise, aygıtların vermesi gereken toplam ışık akısı daha fazla miktarda artacak, enerji tüketimi de ona bağlı olarak artmış olacaktır. Bu nedenle, kamaşma kontrolü yapılmak koşulu ile çalışma düzlemi ile armatür arasındaki yükseklik izin verilebilen en aza indirilmelidir. Tavan yüksekliğinin fazla olması durumunda, armatürler askılarla sarkıtılarak yerleştirilmelidir[5].

#### **2.5. Aydınlatma Programları**

Aydınlatma hesaplarını yapmak için geliştirilen aydınlatma bilgisayar programlarının büyük çoğunluğu, veri olarak kendi armatür bilgilerini kullanmaktadır. Bu durumdan dolayı farklı bir ürün için hesaplama yapılması durumunda, çok hatalı sonuçlar verebilmektedir. Hesaplamalarda kullanılacak programlar doğru seçilmeli, armatür ve lambalara ilişkin veriler titizlikle hesaplamalara katılmalıdır. Bütün firmaların aydınlatma armatür bilgilerini içeren ve kullanılan armatürün firma katalog bilgilerine göre hesap yapan programlar da mevcuttur.

### **3.DIALux AYDINLATMA PROGRAMI**

DIALux, DIAL GMBH tarafından geliştirilen bir aydınlatma programıdır. DIALux aydınlatma programının birçok sürümü mevcuttur. En son sürümü DIALux 4.1.0.3'tür. DIALux aydınlatma programının diğer aydınlatma programlarına göre birçok avantajı vardır[6]. Bunlar;

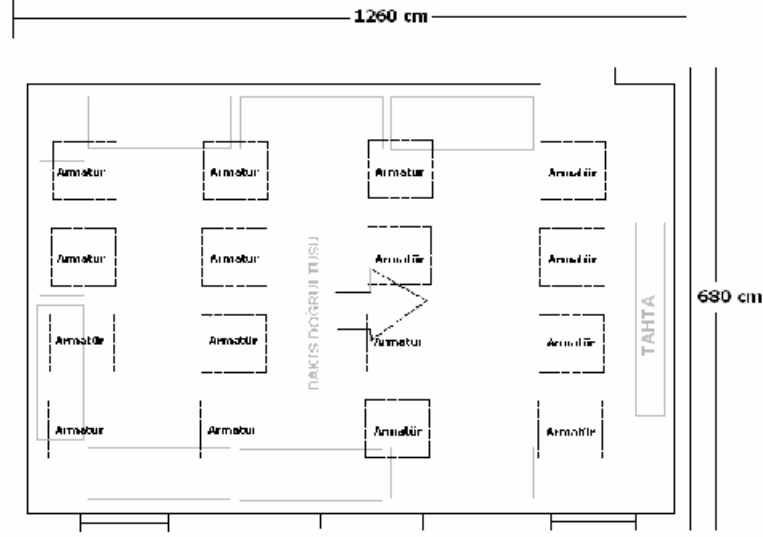
- Uzmanlık gerektiren aydınlatma tasarımında, temel bilgisi olanlar yada yeterli bilgisi olmayanlar için kullanıcı ara yüzü bulunmaktadır.
- Birden çok aydınlatma firmasının lamba ve armatür özelliklerini içeren katalog ve ürün bilgilerini veri tabanında bulundurmaktadır.
- Ray tracing (ışın izleme) ve Rendering (kaplama) özellikleri sayesinde aydınlatma sistemi, tasarım aşamasında üç boyutlu benzetimine imkan vermektedir.
- Farklı armatür ve lamba üreticilerinin ürünlerini mevcut aydınlatma sistemi üzerinde deneme imkanı vermektedir.

Her lamba ve armatür üreticisi kendi aydınlatma programının kullanılmasını tercih eder ve kendi ürün bilgilerini programın veritabanında bulundurur. Diğer aydınlatma firmalarının ürün katalog bilgilerini veri tabanında bulundurmaz. Aynı zamanda veri tabanına eklenmesine de izin vermezler. DIALux ise her armatür ve lamba üreticisinin ürün kataloglarını veri tabanında bulundurmaktadır. Böylece son kullanıcı olan müşteriye birden fazla seçenek sunmaktadır[7]. DIALux, seçilen lamba ve armatür bilgilerine, ortam özellikleri ve istenen aydınlık düzeyine göre aydınlatılan ortamda maksimum ve minimum aydınlık düzeyi olan bölgeleri, lamba çevrelerinde oluşan aydınlık düzeyini, hem sayısal olarak hem de bir izohips şeklinde veren bir aydınlatma programıdır.

### **4. EĞİTİM KURUMLARINDA AYDINLATMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Bu çalışmada, Celal Bayar Üniversitesi Turgutlu Meslek Yüksek Okulu Elektrik Programında bulunan Endüstriyel Elektronik Laboratuvarının aydınlatma özellikleri DIALux aydınlatma programı ile incelenmiştir. Bu

laboratuvarında 8 tane deney masası bulunmakta ve bu masalar üzerinde laboratuvar çalışmaları yürütülmektedir. Şekil 1’de laboratuvarın planı ve yerleşim düzeni görülmektedir. Her masada 3 öğrenci aktif olarak çalışmaktadır.



Şekil 1. Laboratuvar Yerleşim Planı

Eğitim kurumlarında sınıf ve laboratuvar gibi ortamların aydınlatılmasında CIE (Commission Internationale de L’Eclairage – Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)’nun belirlediği standartlar mevcuttur. Bu standartlar aydınlatılacak mekan türüne göre belirlenmiş ışık şiddeti değerlerinden oluşmaktadır. Laboratuvar ortamı için en uygun

aydınlatma düzeyi 500 Lüks, sınıf ortamı için ise 400 Lüks olarak belirtilmektedir. Aydınlatılacak ortam için aydınlık düzeyinin iyi belirlenmiş olması gerekir. Lamba ve armatürlerin geri verimi yüksek ve ışıklılık dağılımları ortama uygun olarak seçilmelidir. Laboratuvara ait bilgiler tablo-1’de görülmektedir.

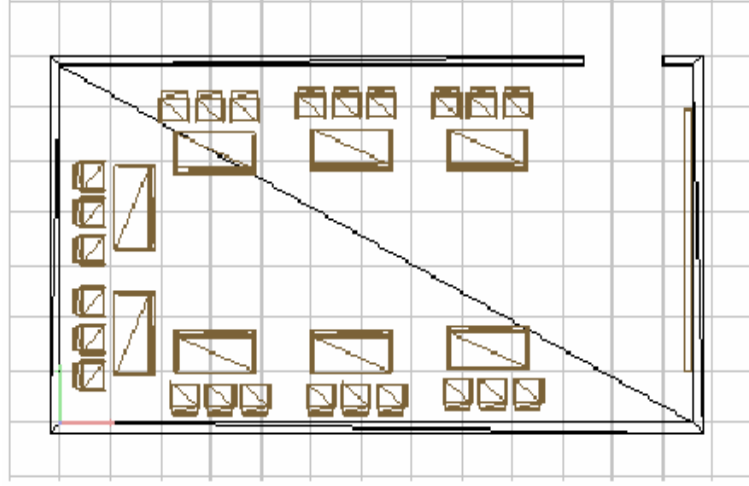
Tablo-1. Laboratuvara Ait Bilgiler

Uzunluk (a)	12,60 m	Tavan Yansıtma Katsayısı	0,70
Genişlik (b)	6,80 m	Duvar Yansıtma Katsayısı	0,50
Yükseklik ( $h_1$ )	3,10 m	Zemin Yansıtma Katsayısı	0,20
Çalışma yüksekliği ( $h_2$ )	0,80 m	Kirlilik Faktörü	1.00
Askı uzunluğu ( $h_3$ )	0 m		

Laboratuvar aydınlık düzeyi ( $E=500$  lüks) olarak belirlenmiştir. Duvar renkleri beyaz, tavan rengi beyaz ve zemin rengi ise gri olarak belirtilmiştir. Bu mevcut laboratuvar bilgileri ışığında lamba ve armatür türü de belirtilerek

gerekli hesaplamalar DIALux aydınlatma programı ile gerçekleştirilmiştir. DIALux programının bir özelliği olan mobilya ekleme seçeneği kullanılarak masa ve sıralar eklenmiştir. Laboratuvarın DIALux

programında yerleştirilmiş hali Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. DIALux Programı Laboratuvarın Yerleşim Düzeni

Armatür ve lamba türü de belirtilerek programın çalışması için gerekli parametreler tamamlanmıştır. Lamba olarak SIEMENS firmasının bir kuruluşu olan SITECO aydınlatma firmasının çift parabolik petekli 4xT16 18W’lık flüoresan armatürleri

kullanılmıştır. Kullanılan armatürün ışık akısı  $\phi_a = 6600\text{lümen}$  ve gücü  $P_a = 72W$ ’dır. Toplamda 16 adet armatür kullanılmıştır. Toplam ışık akısı miktarı  $\phi_t = 105600\text{lümen}$  ve toplam harcanan güç;

$$P_t = n \cdot P = 16 \cdot 72 = 1152W \quad (1)$$

olarak bulunur. Burada n, toplam armatür sayısını ifade etmektedir. DIALux aydınlatma programından yüzeyler üzerinde meydana

gelen minimum ve maksimum aydınlık şiddetleri tablo 2’ de görülmektedir.

Tablo 2. DIALux Aydınlatma Programı ve Program Çıktıları

Yüzeyler	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]
Çalışma Alanı	/	598	487	719
Zemin	20	403	125	610
Tavan	70	532	158	895
Duvarlar	50	428	162	905

$\rho$ [%] : Işık Yansıtma Katsayısı

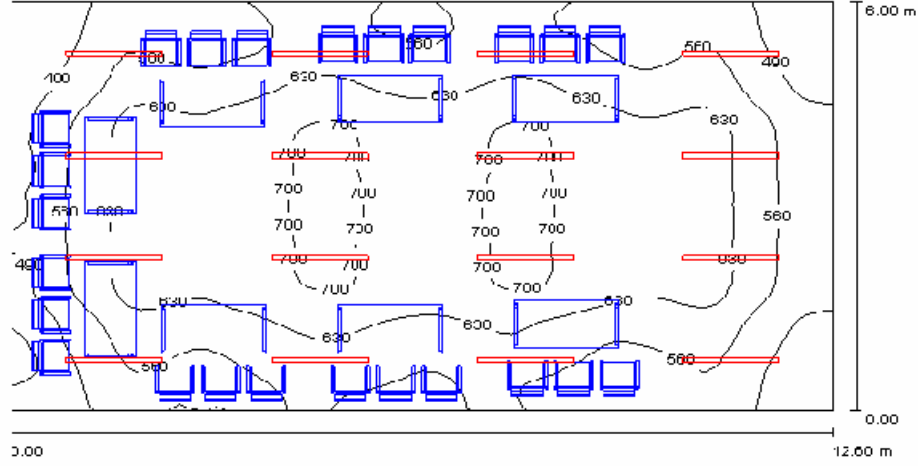
$E_{av}$ [lx] : Ortalama Aydınlık Şiddeti

$E_{min}$ [lx] : Minimum Aydınlık Şiddeti

$E_{max} [lx]$  : Maksimum Aydınlik Şiddeti

DIALux Programı sonuçları irdelendiğinde çalışma alanı üzerinde oluşan ortalama  $E_{av} [lx]$  minimum  $E_{min} [lx]$  ve maksimum  $E_{max} [lx]$  aydınlık şiddetleri sırasıyla 598, 487 ve 719 lüks olarak bulunmuştur. Bu değerler,

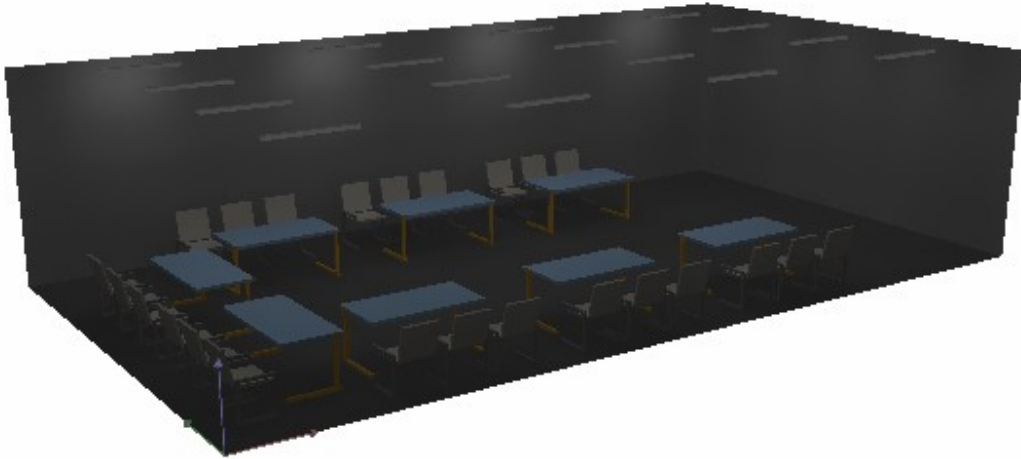
incelediğimiz laboratuvarın çalışma alanı için yeterli aydınlık değerinde olduğunu göstermektedir. Laboratuvarda armatürlerin yerleşimi Şekil-3’de görülmektedir.



Şekil 3. Laboratuvar Armatür Yerleşimi

Bu laboratuvarda izohips şeklinde her bir noktada oluşan aydınlık şiddetleri görülmektedir. Armatür çevresinde oluşan aydınlık şiddetleri yüksek değerdedir. Bu

değerde armatürden uzaklaştıkça azalma sözü konusu olacaktır. Laboratuvarın üç boyutlu simülasyonu Şekil-4’de görülmektedir.



Şekil 4. Laboratuvar Aydınlatma Simülasyonu

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Mevcut bir aydınlatma sistemini ya da yeni tasarlanacak bir aydınlatma sistemini optimize edebilmek ve amaca uygun aydınlatma sağlamak için, aydınlatma sisteminin özellikleri iyi tespit edilmelidir. Yapay aydınlatma sistemi, lamba, armatür ve yardımcı araçların seçiminden, hacim iç yüzeylerinin ışık yansıtma katsayıları ve aygıtların yerleştirme yüksekliklerine kadar her bir aydınlatma özelliği aydınlatma sisteminde verimi doğrudan etkileyen parametrelerdir.

Bu çalışmada, mevcut aydınlatma sistemi parametreleri DIALux programı ile incelenmiştir. Programdan elde edilen sonuçlar ışığında mevcut aydınlatma sistemi yeterli görülmüştür. Ayrıca aydınlatma sisteminde yapılacak küçük iyileştirmeler ile daha verimli bir aydınlatma ortamının sağlanacağı görülmüştür. Günün belirli saatlerinde gün ışığından maksimum faydalanarak yapay aydınlatma sisteminin minimum kullanılması sağlanabilir. Bu durumda enerji tasarrufu ve enerjinin etkin kullanımı da sağlanmış olur.

## KAYNAKLAR

- [1] Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, <http://www.eie.gov.tr>
- [2] ONAYGİL, S. , “Aydınlatmada Verimlilik ve Enerji Tasarrufu”, İzmir Aydınlatma Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Kasım, İzmir, 2001
- [3] SÖZEN M.Ş., “Aydınlatma Tasarımında Mimarın ve Elektrik Mühendisinin Rolü”, II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, Diyarbakır, 2003
- [4] DURSUN B. SARI A. GÖKÇÖL C. “Eğitim Kurumlarında Etkin Enerji Kullanımının İncelenmesi” I.Uluslararası Mesleki ve Teknik Eğitim Teknolojileri Kongresi, 2005
- [5] KÜÇÜKDOĞU M.Ş., “Aydınlatmada Etkin Enerji Kullanımı” II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, Diyarbakır, 2003
- [6] DIALux Lighting Software Program, <http://www.dialux.com/>
- [7] DURSUN B. “Dahili Ortamlarda Aydınlatma Hesaplama Tekniklerinin Analizi ve Bir Uygulama Örneği” Marmara Üniversitesi Y.L. Tezi, İstanbul, 2005